

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## URKUNDE

### über die Eintragung des **Gebrauchsmusters**

Nr. 201 00 874.2

IPC: G01F 1/42

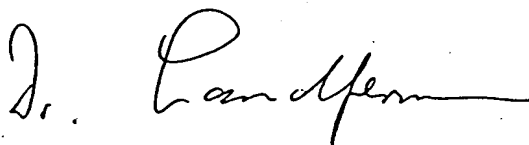
Bezeichnung:  
Vorrichtung zur Durchflußmessung

Gebrauchsmusterinhaber:  
FESTO AG & Co, 73734 Esslingen, DE

Tag der Anmeldung: 18.01.2001

Tag der Eintragung: 15.03.2001

Der Präsident des Deutschen Patent- und Markenamts



Dr. Landfermann

FESTO AG & Co, 73734 Esslingen

Vorrichtung zur Durchflußmessung

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Durchflußmessung, mit einem Meßkanal (3), der vorgesehen ist, um während eines Meßvorganges von einem hinsichtlich des Durchflusses zu messenden Fluid durchströmt zu werden und der einen Düsenabschnitt (12) mit sich in der Strömungsrichtung (6) des Fluides verringerndem Strömungsquerschnitt aufweist, und mit einer Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22), der einerseits der vor dem Düsenabschnitt (12) im Meßkanal (3) abgegriffene statische Eingangsdruck und andererseits ein in dem Düsenabschnitt (12) des Meßkanals (3) abgegriffener statischer Düsendruck aufgeschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenabschnitt (12) mehrere Meßstellen (16, 17, 18) aufweist, die an in der Strömungsrichtung (6) des Fluides zueinander beabstandeten Stellen unterschiedlichen Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes (12) vorgesehen sind und an denen der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22) alternativ aufschaltbare statische Düsendrücke abgreifbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22) einen ers-

ten Erfassungseingang (23) zur Aufschaltung des Eingangsdrukkes aufweist und über einen zweiten Erfassungseingang (24) verfügt, der zur Aufschaltung des Düsendruckes wahlweise mit einer der Meßstellen (16, 17, 18) des Düsenabschnittes (12) verbindbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine zwischen dem zweiten Erfassungseingang (24) und die Meßstellen (16, 17, 18) des Düsenabschnittes (12) zwischengeschaltete Ventileinrichtung (25) zur bedarfsgemäßen Verbindung des zweiten Erfassungseinganges (24) mit einer der Meßstellen (16, 17, 18) des Düsenabschnittes (12).

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch zueinander parallele Verbindungsstränge zwischen einer jeweiligen Meßstelle (16, 17, 18) und dem zweiten Erfassungseingang (24), wobei in jedem Verbindungsstrang ein wahlweise eine Offenstellung oder eine Schließstellung einnehmendes Absperrventil eingeschaltet ist, insbesondere ein 2/2-Wegeventil.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch ein 3/2-Wegeventil (26) an das gleichzeitig zwei Meßstellen (16, 17) angeschlossen sind, die entsprechend der Schaltstellung des 3/2-Wegeventils (26) alternativ mit dem zweiten Erfassungseingang (24) verbindbar sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in die Verbindung zwischen dem 3/2-Wegeventil (26) und der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22) mindestens ein

weiteres 3/2-Wegeventil (27) zwischengeschaltet ist, das an eine weitere Meßstelle (18) angeschlossen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch eine manuell oder elektronisch gesteuert aktivierbare Auswahleinrichtung (28), beispielsweise in Gestalt eines Drehschalters oder eines sonstigen Schalters, zur selektiven Auswahl der gewünschten Meßstelle (16, 17, 18) des Düsenabschnittes (12).

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste (16) der Meßstellen des Düsenabschnittes (12) im Bereich des geringsten Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes (12) liegt und eine oder mehrere weitere Meßstellen (17, 18) zwischen der ersten Meßstelle (16) und dem Bereich des größten Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes (12) vorgesehen ist bzw. sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenabschnitt (12) zumindest in dem die Meßstellen (16, 17, 18) enthaltenden Längenabschnitt einen sich kontinuierlich verlängernden Strömungsquerschnitt definiert.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenabschnitt (12) vom eingangsseitigen Längenabschnitt einer Venturidüse gebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine von der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22) unabhängige Druckerfassungseinrichtung (32) für den statischen Eingangsdruck.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22) von einem Differenzdrucksensor gebildet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch ein Gehäuse (2), das zumindest den Meßkanal (3) und die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung (22) sowie zweckmäßigerweise auch die gegebenenfalls vorhandene und zur Auswahl der gewünschten Meßstelle (16, 17, 18) des Düsenabschnittes (12) dienende Ventileinrichtung (25) enthält.

FESTO AG & Co, 73734 Esslingen

Vorrichtung zur Durchflußmessung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchflußmessung, mit einem Meßkanal, der vorgesehen ist, um während eines Meßvorganges von einem hinsichtlich des Durchflusses zu messenden Fluid durchströmt zu werden und der einen Düsenabschnitt mit sich in der Strömungsrichtung des Fluides verringerndem Strömungsquerschnitt aufweist, und mit einer Differenzdruck-Erfassungseinrichtung, der einerseits der vor dem Düsenabschnitt im Meßkanal abgegriffene statische Eingangsdruck und andererseits ein in dem Düsenabschnitt des Meßkanals abgegriffener statischer Düsendruck aufgeschaltet wird.

Es ist allgemein üblich, zur Messung des Durchflusses von Fluiden, insbesondere von Flüssigkeiten und Gasen, auf das sogenannte Wirkdruck-Meßprinzip zurückzugreifen. Hierbei wird eine sich im Querschnitt insbesondere konisch verengende Düse eingesetzt, wobei die Druckdifferenz zwischen dem engsten Querschnitt der Düse und dem im Eintrittsquerschnitt herrschenden Eingangsdruck erfasst wird. Diese Differenz des statischen Druckes zwischen engstem und widestem Querschnitt ist nach der Bernoulli- und Kontinuitätsgleichung der Strömungsmechanik ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit. Insgesamt wird auf diese Weise die Durchflußmessung auf eine Druckmessung zurückgeführt.

Die Größe des Meßbereiches, in welchem nach dem Wirkdruckverfahren der Durchfluß, also die pro Zeiteinheit einen bestimmten Strömungsquerschnitt durchströmende Fluidmenge, erfasst werden kann, hängt vom Meßbereich der verwendeten Differenzdruck-Erfassungseinrichtung ab, ist aber auf jeden Fall auf einen bestimmten Meßbereich festgelegt. Reicht der zur Verfügung gestellte Meßbereich nicht aus, muss somit die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung ausgetauscht werden, was zum einen sehr aufwendig ist und zum anderen die Notwendigkeit zur Bereitstellung verschiedener Differenzdruck-Erfassungseinrichtungen mit unterschiedlichen Meßbereichen zur Folge hat.

Man hat daher bereits in der DE 44 43 337 A1 eine Vorrichtung zur Durchflußmessung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei der sich der Meßbereich unter Beibehaltung ein und derselben Differenzdruck-Erfassungseinrichtung variieren lässt. Hierzu wird in den sich verjüngenden Düsenabschnitt des vom zu messenden Fluid durchströmten Meßkanales ein kegelförmig konturiertes Innenteil eingesetzt, so dass dem zu messenden Fluid nurmehr ein Ringspalt als Strömungsweg zur Verfügung steht, wobei das Innenteil axial variabel positionierbar ist, um den Spaltquerschnitt zu verändern. Somit können bei ein und derselben Düse unterschiedliche minimale Strömungsquerschnitte vorgegeben werden, was eine Alternative zur Verwendung unterschiedlicher Düsen mit voneinander abweichenden Düsengeometrien darstellt. Der mit dieser Vorrichtung verbundene konstruktive Aufwand und somit auch die Herstel-

lungs- und Betriebskosten sind allerdings sehr hoch und es ist ferner sehr schwierig wenn nicht gar unmöglich, die bekannte Vorrichtung so auszubilden, dass sie einfach in den Verlauf einer Fluidleitung, beispielsweise innerhalb eines Druckluftnetzes zum Zwecke der ständigen Überwachung des Durchflusses, eingeschaltet werden kann.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit einfachen Mitteln eine Durchflußmessung in einem relativ weiten Meßbereich ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, dass der Düsenabschnitt mehrere Meßstellen aufweist, die an in der Strömungsrichtung des Fluides zueinander beabstandeten Stellen unterschiedlichen Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes vorgesehen sind und an denen der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung alternativ aufschaltbare statische Düsendrücke abgreifbar sind.

Wie sich herausgestellt hat, kann unter Beibehaltung ein und desselben Düsenabschnittes und auch ein und derselben Differenzdruck-Erfassungseinrichtung ein relativ großer messbarer Durchflußbereich abgedeckt werden, indem man innerhalb des Düsenabschnittes mehrere axial beabstandete Meßstellen vorsieht, die sich an Stellen unterschiedlichen Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes befinden und an denen der an der betreffenden Stelle herrschende statische Düsendruck abgegriffen werden kann, wobei die an diesen Meßstellen



abgreifbaren Düsendrücke der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung alternativ aufgeschaltet werden können. Sind beispielsweise drei derartige Meßstellen im Düsenabschnitt vorhanden, so können durch alternative Beaufschlagung der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung wahlweise drei Differenzdrücke erfasst werden, die sich jeweils als Differenz zwischen dem Eingangsdruck und dem an der betreffenden Meßstelle erfassten Düsendruck darstellen. Je nach dem, welche Meßstelle des Düsenabschnittes zur Bildung des Differenzdruckes herangezogen wird, ergeben sich unterschiedliche Durchfluß-Meßbereiche mit voneinander abweichenden Grenzwerten, so dass man praktisch eine Auswahl unter mehreren Meßbereichsfenstern treffen kann, die sich in der Regel teilweise überlappen. Man wird dann dasjenige Meßbereichsfenster auswählen, in dem sich die zu erfassenden Durchflußwerte befinden.

In der einfachsten Bauform kann vorgesehen sein, den Düsenabschnitt im Bereich der Meßstellen mit Meßöffnungen zu versehen, die man alternativ durch eine entsprechende Fluidleitung an die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung anschließt, wobei an der jeweils nicht benötigten Meßstelle kein Druckabgriff erfolgt. Diese Bauvariante wird man in der Regel dann wählen, wenn der zu erfassende Durchfluß selten variiert und eine einmalige Einstellung des Meßbereiches ausreicht.

Eine flexiblere und komfortablere Ausgestaltung sieht vor, die Meßstellen des Düsenabschnittes ständig an die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung angeschlossen zu lassen und durch eine zwischengeschaltete Ventileinrichtung selektiv diejenige

Meßstelle mit der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung wirksam zu verbinden, die man in Abhängigkeit vom zu erfassenden Durchfluß auswählt. Die Vorrichtung kann in diesem Falle mit einem einfachen Schalter als Auswahleinrichtung ausgestattet sein, über den durch manuelle Aktivierung eine Auswahl der gewünschten Meßstelle erfolgen kann. Denkbar wäre es allerdings auch, die Umschaltung ferngesteuert über Funk oder über einen angeschlossenen Bus und/oder durch Mikrokontrolleransteuerung vorzunehmen.

Als Differenzdruck-Erfassungseinrichtung kommt zweckmäßigerweise ein kompakter Differenzdrucksensor zum Einsatz, dessen Ausgangssignal unmittelbar dem erfassten Differenzdruck entspricht. Da für genaue Messungen in der Regel auch der Eingangsdruck als solches benötigt wird, kann zusätzlich eine Druckerfassungseinrichtung für den statischen Eingangsdruck im Eintrittsbereich des Düsenabschnittes bzw. in dem diesem Eintrittsabschnitt vorgelagerten Kanalabschnitt des Meßkanals vorhanden sein.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Figur 1 in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Durchflußmessung der erfindungsgemäßen Bauart, wobei nur der oberhalb der Mittelachse des Meßkanals befindliche Bereich dargestellt ist, und

Figur 2      ein die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung verdeutlichendes Diagramm.

Die in der Zeichnung in ihrer Gesamtheit mit Bezugsziffer 1 bezeichnete Vorrichtung zur Durchflußmessung enthält ein strichpunktiert angedeutetes Gehäuse 2, das von einem als Meßkanal 3 bezeichneten Kanal durchzogen ist. Vom Gehäuse 2 und Meßkanal 3 ist nur der oberhalb der von der Längsachse 9 des Meßkanals 3 gebildeten Mittellinie liegende Abschnitt gezeigt.

Der Meßkanal 3 hat eine Eintrittsöffnung 4 und eine Austrittsöffnung 5 und wird im Betrieb der Vorrichtung in einer durch einen Pfeil angedeuteten Strömungsrichtung 6 von demjenigen Fluid durchströmt, dessen Durchfluß gemessen werden soll. In der Regel handelt es sich um ein gasförmiges oder hydraulisches Fluid und insbesondere um Druckluft.

Im Bereich der Eintrittsöffnung 4 und der Austrittsöffnung 5 verfügt das Gehäuse 2 über nicht näher dargestellte Anschlußmittel, die eine Verbindung mit abgehenden Fluidleitungen oder anderen fluidtechnischen Komponenten ermöglichen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung beispielsweise in den Verlauf eines Fluidleitungsstranges eingeschaltet werden oder als Komponente einer zur Druckluftaufbereitung dienenden Wartungseinheit ausgebildet werden.

Der Meßkanal 3 hat einen sich an die Eintrittsöffnung 4 anschließenden Eingangsabschnitt 7, der einen konstanten Ein-

gangs-Strömungsquerschnitt  $A_0$  definiert. Zur Austrittsöffnung 5 mündet der Meßkanal 3 mit einem Ausgangsabschnitt 8, dessen Strömungsquerschnitt zweckmäßigerweise dem Eingangs-Strömungsquerschnitt  $A_0$  entspricht.

An den Eingangsabschnitt 7 schließt sich in Richtung zum Ausgangsabschnitt 8 und somit in der Strömungsrichtung 6 ein Düsenabschnitt 12 an, der einen sich in der Strömungsrichtung 6 verringernden Strömungsquerschnitt definiert. Diese Querschnittsverringerung ist beim Ausführungsbeispiel kontinuierlich und beginnt mit einem maximalen Strömungsquerschnitt im Übergangsbereich zum Eingangsabschnitt 7, der in Figur 1 an der mit  $x_0$  bezeichneten Stelle liegt. Dabei wird auf die in Figur 1 eingetragene x-Achse Bezug genommen, die dem Längsverlauf des Meßkanals 3 folgt.

Der Düsenabschnitt 12 endet an einer zur Eintrittsstelle  $x_0$  beabstandeten Austrittsstelle  $x_1$ , wo der Düsenabschnitt 12 seinen geringsten Strömungsquerschnitt hat.

Je nach Ausgestaltung des Meßkanals 3 kann sich der Ausgangsabschnitt 8 unmittelbar an den Düsenabschnitt 12 anschließen. Bei dem abgebildeten vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist jedoch der Düsenabschnitt 12 vom eingangsseitigen Längenabschnitt einer Venturidüse 13 gebildet, wobei sich an den Düsenabschnitt 12 ein ausgangsseitiger Längenabschnitt 14 der Venturidüse 13 anschließt, in dessen Bereich sich der Strömungsquerschnitt ausgehend von der Austrittsstelle  $x_1$  allmählich und vorzugsweise trichterähnlich oder diffusorartig wie-

der erweitert, insbesondere bis der Strömungsquerschnitt des Ausgangsabschnittes 8 des Meßkanals 3 vorliegt.

Der Meßkanal 3 ist mit einer Eingangs-Meßstelle 15 ausgestattet, an der der vor dem Düsenabschnitt 12 im Bereich des Eingangs-Strömungsquerschnittes  $A_0$  herrschende Eingangsdruck  $p_0$  des Meßkanals 3 abgegriffen werden kann. Die Eingangs-Meßstelle 15 liegt beim Ausführungsbeispiel unmittelbar an der Eintrittsstelle  $x_0$  im Übergangsbereich zwischen dem Eingangsabschnitt 7 und dem Düsenabschnitt 12 des Meßkanals 3. Der hier gemessene Eingangsdruck  $p_0$  ist ein statischer Druck.

Weitere Meßstellen 16, 17, 18 - beim Ausführungsbeispiel insgesamt drei Stück - befinden sich im Düsenabschnitt 12 des Meßkanals 3. Dabei liegt eine erste Meßstelle 16 zweckmäßigerweise im Bereich des geringsten Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes 12 an der oben erwähnten Austrittsstelle  $x_1$ . Die noch verbleibenden Meßstellen - nachfolgend als zweite und dritte Meßstelle 17, 18 bezeichnet - sind mit unterschiedlichen axialen Abständen zur ersten Meßstelle 16 zwischen dieser ersten Meßstelle 16 und der Eintrittsstelle  $x_0$  des Düsenabschnittes 12 plazierte. Die entsprechenden Stellen sind auf der Figur 1 eingezeichneten x-Achse bei  $x_2$  und  $x_3$  markiert.

In Verbindung mit dem sich vorzugsweise kontinuierlich verringernden Strömungsquerschnitt im Düsenabschnitt 12 ergibt sich somit eine Konstellation, bei der im Düsenabschnitt 12 mehrere Meßstellen 16, 17, 18 vorgesehen sind, die sich an in

Strömungsrichtung 6 und somit in Längsrichtung des Meßkanals 3 zueinander beabstandeten Stellen unterschiedlichen Strömungsquerschnittes des Düsenabschnittes 12 befinden.

Bedingt durch die unterschiedlichen Strömungsquerschnitte ergeben sich im Bereich der Meßstellen 16, 17, 18 unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten des hindurchströmenden Fluides, so dass dementsprechend auch unterschiedliche statische Drücke an diesen Meßstellen 16, 17, 18 abgegriffen werden, die als statische Düsendrücke  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  bezeichnet seien.

Die Vorrichtung zur Durchflußmessung 1 ist mit einer Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 ausgestattet, die es ermöglicht, die sich aufgrund der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten einstellende Druckdifferenz  $\Delta p$  zwischen dem an der Eingangs-Meßstelle 15 abgegriffenen Eingangsdruck  $p_0$  und einem ausgewählten der an den Meßstellen 16, 17, 18 erfaßten statischen Düsendrücke  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  zu erfassen. Dabei wäre es prinzipiell möglich, die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 mit eigenständigen Meßeinheiten für einerseits den Eingangsdruck und andererseits die Düsendrücke auszustatten. Wesentlich vorteilhafter, weil insbesondere kompakter, kostengünstiger und genauer ist jedoch eine Ausgestaltung der beim Ausführungsbeispiel vorhandenen Art, wobei die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung unmittelbar von einem Differenzdrucksensor gebildet ist, der eine von den unterschiedlichen Drücken in entgegengesetzter Richtung beaufschlagte Membran enthalten kann, deren Auslenkung ein Maß für den anstehenden Differenzdruck darstellt.

Die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 verfügt über einen ersten Erfassungseingang 23, der ständig mit der Eingangs-Meßstelle 15 verbunden ist und über den der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung der Eingangsdruck  $p_0$  aufgeschaltet wird. Zum Aufschalten eines der erfaßten Düsendrücke  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  ist die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 mit einem zweiten Erfassungseingang 24 ausgestattet, der selektiv mit einer der Meßstellen 16, 17, 18 verbunden werden kann. Diese selektive Aufschaltungsmöglichkeit der erfaßten statischen Düsendrücke  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  ermöglicht die alternative Erfassung verschiedener Druckdifferenzen  $\Delta p$  zwischen jeweils dem an der Eingangs-Meßstelle 15 erfaßten Eingangsdruck  $p_0$  und dem an einer der Meßstellen 16, 17, 18 des Düsenabschnittes 12 erfaßten statischen Düsendruck  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ .

Die erfaßten Drücke werden der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 insbesondere unmittelbar fluidisch aufgeschaltet, indem zwischen ihr und den Meßstellen 15, 16, 17, 18 Fluidkanäle verlaufen, die an den Meßstellen mit Druckentnahmeöffnungen in den Meßkanal 3 einmünden. Dabei können die Meßstellen jeweils von einer oder mehreren auf gleicher axialer Höhe liegenden Druckentnahmeöffnungen gebildet sein.

Die Vorteile der der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung alternativ aufschaltbaren statischen Düsendrücke werden aus dem in Figur 2 abgebildeten Diagramm ersichtlich. Dieses Diagramm verdeutlicht die Abhängigkeit des erfaßten Differenzdruckes  $\Delta p$  in Abhängigkeit vom herrschenden Durchfluß  $q_m$ . Der Durch-

fluß repräsentiert beim Ausführungsbeispiel das pro Zeiteinheit hindurchströmende Fluidvolumen.

Das Diagramm enthält eine durchgezogene Kennlinie, die das Arbeitsverhalten wiedergibt, wenn der Differenzdruck auf Basis des an der ersten Meßstelle 16 (Kanalstelle  $x_1$ ) erfaßten Düsendruckes  $p_1$  zugrundegelegt wird. Dabei sind die Differenzdruck-Grenzwerte  $\Delta p_{\max}$  und  $\Delta p_{\min}$  aufgetragen, die den optimalen Differenzdruck-Meßbereich  $M_{\text{opt}}$  der speziell verwendeten Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 begrenzen.

Auf Basis dieses optimalen Differenzdruck-Meßbereiches  $M_{\text{opt}}$  ergibt sich anhand der Kennlinie  $x_1$  ein Durchflußmeßbereich  $W_1$ . Es kann also mit der eingesetzten Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 ein Durchfluß gemessen werden, der in diesem Durchflußmeßbereich  $W_1$  liegt, welcher von einer unteren Grenze  $q_{1\min}$  und einer oberen Grenze  $q_{1\max}$  begrenzt wird.

Es können nun Fälle auftreten, bei denen der zu messende Durchfluß oberhalb der oberen Grenze  $q_{1\max}$  des Durchflußmeßbereiches  $W_1$  liegt. Ein solcher Durchflußwert kann beispielsweise an der in Figur 2 mit  $q_0$  bezeichneten Stelle auf der Durchflußachse  $q_1$  liegen. Da diese Stelle außerhalb des optimalen Differenzdruck-Meßbereiches  $M_{\text{opt}}$  liegt, wäre mit der bestehenden Anordnung keine oder zumindest keine exakte Differenzdruckerfassung möglich.

Unter Berücksichtigung der erfinderischen Idee besteht jedoch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Möglichkeit, eine



andere Meßstelle für den zur Bestimmung des Differenzdruckes herangezogenen Düsendruck auszuwählen. Wird beispielsweise die dritte Meßstelle 18 (Kanalstelle  $x_3$ ) ausgewählt, so hat dies eine veränderte Kennlinie zur Folge, die in dem Diagramm der Figur 2 strichpunktiert angedeutet ist. Auf Basis des unveränderten optimalen Differenzdruckbereiches  $M_{opt}$  verschiebt sich dadurch der Durchflußmeßbereich zu größeren Durchflußwerten, wobei sowohl der obere als auch der untere Grenzwert höhere Werte  $q_{3max}$  bzw.  $q_{3min}$  einnehmen und der dazwischenliegende Durchflußmeßbereich  $W_3$  verglichen zum Durchflußmeßbereich  $W_1$  verlagert wurde. Dabei wird in der Regel, wie abgebildet, eine teilweise Überlappung der Durchflußmeßbereiche  $W_1$ ,  $W_3$  vorhanden sein, wobei jedoch wesentlich ist, dass beispielsweise die oberen Durchflußgrenzwerte verschoben werden konnten.

Man hat nun erreicht, dass der zu erfassenden Durchflußwert  $q_0$  wiederum im optimalen Differenzdruck-Meßbereich  $M_{opt}$  liegt, was durch die Pfeile 25, 26 verdeutlicht wird.

Somit besteht mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Möglichkeit, unter Beibehaltung des Meßkanals 3 und der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 unterschiedliche Meßbereiche auszuwählen, in Abhängigkeit von den erwartungsgemäß zu messenden Durchflußwerten.

Im einfachsten Fall wird man die Durchflußmeßvorrichtung 2 so ausführen, dass man im Düsenabschnitt 12 die gewünschte Anzahl von Meßstellen - es kann sich auch um nur zwei Meßstel-

len oder um mehr als drei Meßstellen handeln - zur Verfügung stellt, wobei jeweils nur die gewünschte Meßstelle über eine entsprechend verlegte Fluidleitung mit der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 verbunden wird. Ein Wechsel der Meßstelle würde in diesem Falle durch einen Wechsel bzw. Austausch der Fluidleitungsverbindung stattfinden. In Fällen, bei denen die Durchfluß-Meßvorrichtung 1 regelmäßig mit kaum variierenden Durchflußwerten betrieben wird, ist eine derartige Ausführungsform ausreichend. Sie ermöglicht beispielsweise für den Hersteller die Möglichkeit, unter Verwendung ein und derselben Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 auf verschiedene Durchfluß-Meßbereiche ausgelegte Durchfluß-Meßvorrichtungen zur Verfügung zu stellen. Die nicht benötigten Meßstellen können bei Bedarf deaktiviert werden, beispielsweise durch Verschließen mittels geeigneter Verschlußstopfen oder dergleichen.

Die Figur 1 zeigt eine Durchfluß-Meßvorrichtung 1 mit höherem Bedienkomfort. Sie gestattet ein sehr einfaches Umschalten zwischen den verschiedenen Durchfluß-Meßbereichen. Erreicht wird dies dadurch, dass zwischen den zweiten Erfassungseingang 24 der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 und die Meßstellen 16, 17, 18 des Düsenabschnittes 12 eine allgemein mit Bezugsziffer 25 bezeichnete Ventileinrichtung zwischengeschaltet ist, die durch einfaches Umschalten eine Selektion der mit der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 momentan zu verbindenden Meßstelle 16, 17, 18 ermöglicht.

Beim Ausführungsbeispiel besteht die Ventileinrichtung 25 aus zwei 3/2-Wegeventilen 26, 27, wobei zwei Meßstellen 16, 17 unmittelbar an ein erstes (26) dieser 3/2-Wegeventile angeschlossen sind und wobei zwischen dieses erste 3/2-Wegeventil 26 und die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 ein zweites (27) der 3/2-Wegeventile eingeschaltet ist, das außerdem mit der dritten Meßstelle 18 in Verbindung steht. Auf diese Weise kann durch das am nächsten zur Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 liegende zweite 3/2-Wegeventil 27 eine Auswahl zwischen der dritten Meßstelle 18 und den beiden anderen Meßstellen 16, 17 getroffen werden, wobei im Falle der letztgenannten Alternative durch das nachgeordnete zweite 3/2-Wegeventil 27 die Auswahl zwischen der ersten und zweiten Meßstelle 16, 17 erfolgen kann. Bei einer derart kaskadierten Ventilanordnung kann erreicht werden, dass die Anzahl der für die Selektion erforderlichen Ventile um eins geringer ist als die Anzahl der auswählbaren Meßstellen.

Selbstverständlich wäre es möglich, durch andere Ventiltypen alternative Verschaltungsmöglichkeiten zu realisieren. Auch könnten gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform zu einander parallele Verbindungsstränge zwischen einer jeweiligen Meßstelle 16, 17, 18 und der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 vorgesehen werden, in die jeweils ein eigenständiges Absperrventil eingeschaltet ist, das wahlweise in eine Offenstellung oder eine Schließstellung bringbar ist, um den Durchgang von der ausgewählten Meßstelle zur Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 freizugeben und die anderen Meßstellen abzuriegeln.

Zur Auswahl der gewünschten Meßstelle 16, 17, 18 verfügt die beispielsweise Durchfluß-Meßvorrichtung 1 über eine von außen her leicht zugängliche Auswahleinrichtung 28, beispielsweise mit einem Tipp- oder Drehschalter, die mit der Ventileinrichtung 25 in Wirkverbindung steht und über die sehr leicht manuell die gewünschte Meßstellenauswahl getroffen werden kann.

Es versteht sich, das bei Bedarf auch die Möglichkeit zu einer ferngesteuerten Meßstellenauswahl getroffen werden kann, beispielsweise über eine drahtlose Ansteuerung oder durch eine Verknüpfung der Durchfluß-Meßvorrichtung mit einem Bus. Auch eine elektronisch gesteuerte Meßstellenauswahl wäre möglich, insbesondere in Verbindung mit einem Mikroprozessor.

Aus Figur 1 geht noch hervor, dass die Durchfluß-Meßvorrichtung 1 bei Bedarf über eine bezüglich der Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 eigenständige Druckerfassungseinrichtung 32 zur Erfassung des statischen Eingangsdruckes  $p_0$  verfügen kann.

Sämtliche funktionellen Bauteile der Durchfluß-Meßvorrichtung 1 und hierbei insbesondere der Meßkanal 3, die Differenzdruck-Erfassungseinrichtung 22 sowie die gegebenenfalls vorhandene Ventileinrichtung 25, können in das Gehäuse 2 integriert sein, so dass sich die Durchfluß-Meßvorrichtung 1 als kompakte Baueinheit darstellt.

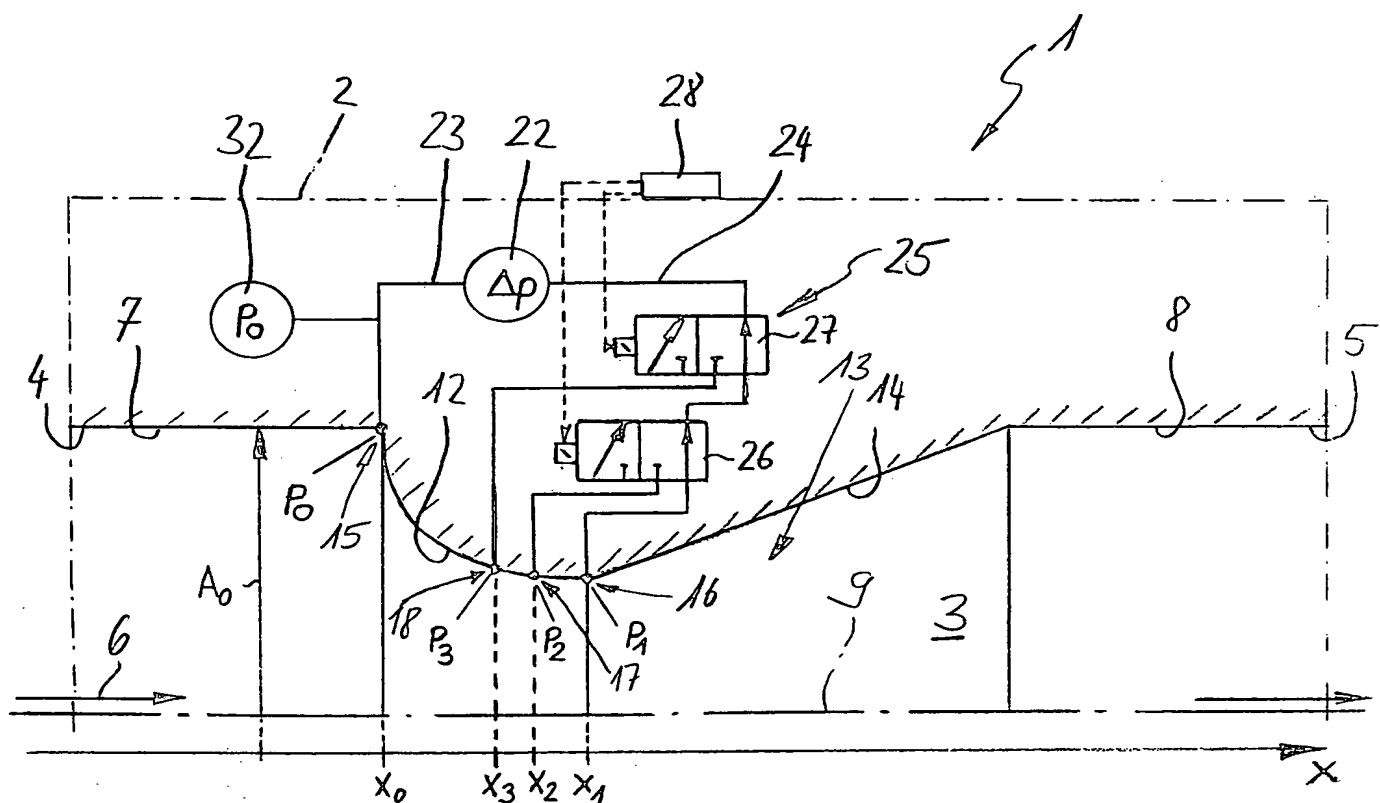


Fig. 1

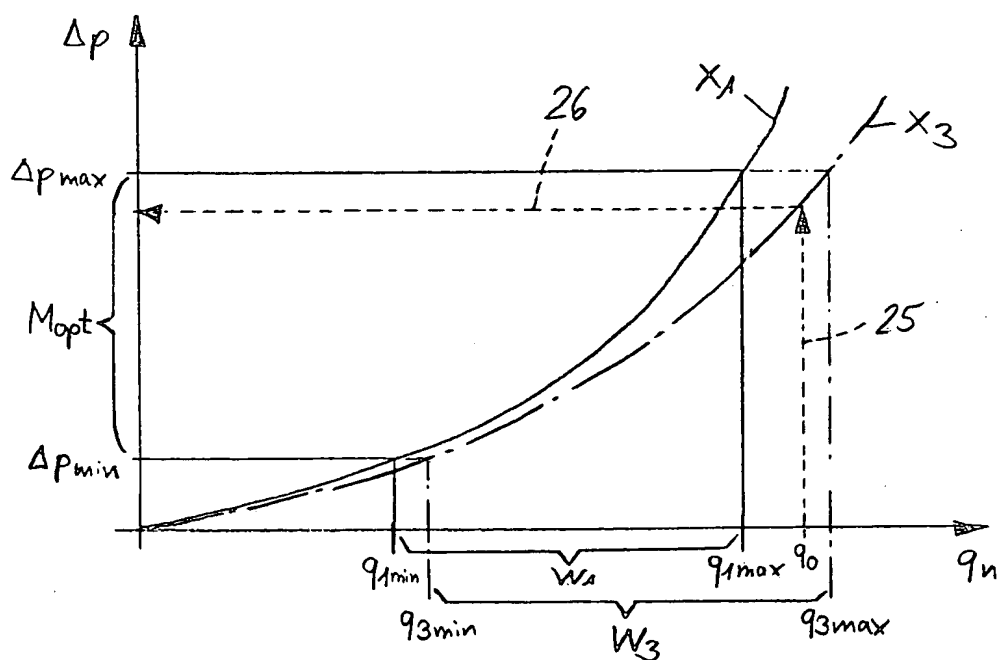


Fig. 2